

**PENENTUAN EFISIENSI SP-36 PADA KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN KANDUNGAN <sup>32</sup>P PADA CONTOH TANAMAN DALAM JUMLAH KECIL**

***DETERMINATION OF SP-36 EFFICIENCY IN OIL PALM USING <sup>32</sup>P CONTENT IN SMALL PLANT SAMPLE***

**Widjang H. Sisworo<sup>1</sup>, H.Z. Poeloengan<sup>2</sup>, R. Martoyo<sup>2</sup>, Elsie L. Sisworo<sup>1</sup>, Havid Rasjid<sup>1</sup>, dan Syamsul Rizal<sup>1</sup>**

**ABSTRACT**

*A field experiment has been conducted at the experimental station of the Centre for Oil Palm Research, Aek Pancur, Medan, using eight years old oil palm trees. By counting the <sup>32</sup>P content in small plant sample of two grams it was possible to determine the efficiency of SP-36 in oil palm trees. The SP-36 efficiency was calculated for rates of 0.75, 1.5, and 2.25 kg SP-36 respectively, applied at two distances, 1.5 m and 2.5 m from stem. Data obtained showed that the most efficient application for SP-36 was the lowest rate of SP-36 (0.75 kg) placed at short distance (1.5 m) from stem. Meanwhile, the most inefficient application was attributed to the highest rate of SP-36 (2.25 kg) placed at long distance (2.5 m) from stem.*

*Keywords : oil palm, SP-36 application efficiency, <sup>32</sup>P.*

**INTISARI**

Telah dilaksanakan suatu percobaan lapangan menggunakan pohon kelapa sawit berumur sekitar 8 tahun di Kebun Percobaan Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Aek Pancur, Medan. Dengan menentukan kandungan <sup>32</sup>P dari contoh tanaman dalam jumlah yang kecil yaitu 2 gram telah dapat ditentukan efisiensi SP-36. Efisiensi SP-36 ditentukan untuk takaran 0,75 kg, 1,5 kg, dan 2,25 kg yang diletakkan pada jarak 1,5 m dan 2,5 m dari batang pohon kelapa sawit. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa efisiensi SP-36 tertinggi adalah untuk takaran 0,75 kg SP-36 yang diletakkan pada jarak 1,5 m dari batang pohon kelapa sawit dan efisiensi terendah adalah untuk takaran 2,25 kg SP-36 yang diletakkan pada jarak 2,5 m dari batang pohon kelapa sawit.

Kata kunci : kelapa sawit, efisiensi SP-36, <sup>32</sup>P

**PENDAHULUAN**

Penggunaan <sup>32</sup>P untuk mempelajari efisiensi pupuk menggunakan metode langsung maupun tidak langsung (Zapata, 1990) telah banyak

dilakukan untuk tanaman semusim sedangkan untuk tanaman tahunan berbentuk semak atau pohon masih jarang dilakukan. Keadaan ini terutama karena besarnya massa tanaman sehingga sulit untuk menentukan contoh tanaman yang

<sup>1</sup> BATAN, Pusat Penelitian Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi

<sup>2</sup> Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan, Sumatera Utara

harus diambil untuk menentukan kandungan  $^{32}\text{P}$  nya, yang selanjutnya digunakan untuk menentukan efisiensi pupuk -P yang digunakan

Pekerjaan sebelumnya menggunakan tanaman tahunan seperti teh, kina, dan juga kelapa sawit, adalah terutama untuk menentukan pola distribusi perakaran tanaman tahunan tersebut (Sisworo *et al.*, 1989; Sisworo *et al.*, 1984; Santoso *et al.*, 1991; Darmawijaya *et al.*, 1993; Erningpraja *et al.*, 1996; Siahaan *et al.*, 1997). Pada perkebunan kelapa sawit 40% - 60% dari biaya produksi diperuntukkan untuk masukan pupuk (Siahaan *et al.*, 1991). Jumlah biaya yang besar ini menyebabkan adanya keinginan untuk meletakkan pupuk pada tempat dia dikonsumsi secara optimal oleh tanaman atau dengan perkataan lain mendorong peningkatan efisiensi penggunaan pupuk. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk adalah dengan meletakkan pupuk tersebut di tempat dimana ditemukan distribusi perakaran tertinggi yang masih aktif menyerap air dan hara. Akar yang demikian ini umumnya dinamakan "perakaran aktif". Pada percobaan sebelumnya telah digunakan  $^{32}\text{P}$  untuk menentukan pola distribusi perakaran kelapa sawit (Siahaan *et al.*, 1997). Dari percobaan ini ditemukan bahwa perakaran aktif kelapa sawit yang berumur sekitar 8 tahun, berada di kedalaman 5 cm pada jarak 1,5 m dari batang tanaman (Siahaan *et al.*, 1997). Dihipotesiskan bahwa efisiensi penggunaan pupuk akan optimal bila pupuk diletakkan

pada area di mana akar aktif terbanyak berada.

Keuntungan penggunaan  $^{32}\text{P}$  untuk menentukan efisiensi pupuk adalah bahwa ia masih dapat dideteksi dalam jumlah contoh tanaman yang kecil, misalnya 100 mg l g sampai 10 g dan selanjutnya. Keuntungan inilah yang telah dicobakan pada percobaan yang dilaporkan pada makalah ini.

Tujuan utama dari percobaan yang telah dilakukan adalah menentukan efisiensi penggunaan SP-36 pada kelapa sawit, menggunakan kandungan  $^{32}\text{P}$  contoh tanaman dalam jumlah kecil.

## BAHATAN METODE

Bahan tanaman yang digunakan adalah kelapa sawit berumur sekitar 8 tahun, terletak di satu area. Jarak antar pohon adalah 9 m. Tinggi pohon sekitar 8 - 9 m dan diameter batang sekitar 25 - 35 cm. Diasumsikan bahwa jumlah daun tiap tanaman pada saat dipanen berjumlah 25 buah.

Pada setiap perlakuan termasuk kontrol atau pada setiap tanaman yang menerima perlakuan ditambahkan 20 g TSP bertanda  $^{32}\text{P}$  ( $^{32}\text{P}$ -TSP). Aplikasi SP-36 dan  $^{32}\text{P}$ -TSP bertanda  $^{32}\text{P}$  ( $^{32}\text{P}$ -TSP) sebanyak 20 g dicampur dengan SP-36 sehomogen mungkin, sesuai dengan takaran, kecuali untuk perlakuan kontrol. Campuran SP-36 +  $^{32}\text{P}$ -TSP, dan  $^{32}\text{P}$ -TSP saja (kontrol) ditugal pada kedalaman 5 cm di sekitar kelapa sawit pada jarak 1,5 m dan 2,5 m dari batang. Setelah seluruh pupuk

Tabel 1. Sifat fisik dan kimia tanah pada lokasi percobaan

Pasir	46%
Debu	17%
Liat	37%
pH	
- H <sub>2</sub> O	5,0
- KCl	4,5
P-Tersedia (Bray II)	13 ppm
Kation Tukar (me/100 g)	
- K	0,28
- Na	0,04
-Ca	2,91
-Mg	2,91
Total Basa Tukar (me/100 g)	3,99
KTK	11,08
Kejenuhan Basa (%)	36,00
Al-dd (me/100 g)	0,18

Tabel 2. Persentase total P dan kandungan P contoh tanaman kelapa sawit

Jarak (m)	Perlakuan Takaran P (kg SP-36 pohon <sup>-1</sup> )	% Total P					Kandungan total - P (mg P.g <sup>-1</sup> contoh tanaman)				
		D-9	P-9	D-17	P-17	B	D-9	P-9	D-17	P-17	B
1,5	0	0,138	0,044	0,128	0,043	0,079	2,75	0,87	2,56	0,85	1,58
1,5	0,75	0,143	0,051	0,131	0,053	0,097	2,85	1,01	2,93	1,06	1,94
1,5	1,5	0,125	0,059	0,147	0,048	0,098	2,51	1,18	2,62	0,95	1,97
1,5	2,25	0,143	0,052	0,146	0,040	0,096	2,87	1,04	2,93	0,80	1,91
2,5	0	0,139	0,064	0,130	0,046	0,082	2,79	1,29	2,91	0,92	1,64
2,5	0,75	0,138	0,058	0,130	0,049	0,103	2,76	1,15	2,59	0,99	2,07
2,5	1,5	0,138	0,058	0,126	0,069	0,107	2,75	1,17	2,53	1,37	2,13
2,5	2,25	0,142	0,059	0,136	0,050	0,104	2,83	1,19	2,77	1,01	2,09

Keterangan : D-9 = helai daun ke-9

D-17 = helai daun ke-17

B = batang

P-9 = pelepah daun ke-9

P-17 = pelepah daun ke-17

disebar, sebaran pupuk ditutup dengan tanah. Untuk pengamanan setiap tanaman diberi tanda radiasi. Pupuk SP-36 dan <sup>32</sup>P-TSP diaplikasi pada tanggal 27 November 1996 dan panen pertama (I) dilaksanakan pada tanggal 27 Desember 1997, selang satu bulan dilakukan panen II dan panen terakhir dilaksanakan pada tanggal 7 Maret 1997. senyawa <sup>32</sup>P yang digunakan adalah TSP bertanda <sup>32</sup>P diberi sebanyak 20 g TSP per pohon, setara dengan 4 g P dengan aktivitas jenis awal 2,74  $\mu\text{Ci.g}^{-1}$  TSP<sup>-1</sup>. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap Faktorial + Kontrol. Data yang dilaporkan adalah yang berasal dari panen III. Tanah lahan tempat percobaan dilaksanakan adalah jenis tanah podsolik merah kuning (PMK) dengan sifat fisika dan kimia seperti yang tercantum pada Tabel 1.

Analisis P-Total dan <sup>32</sup>P. P-Total contoh tanaman ditentukan menggunakan metode molibdat-vanat <sup>32</sup>P dilakukan dengan mengambil 1 ml dari larutan yang digunakan ke dalam botol pencacah dan diencerkan dengan air destilasi hingga mencapai volume 15 ml. Cairan ini dicacah dengan menerapkan metode Cerencov (Darmawijaya *et al.*, 1993) menggunakan pencacah skintilasi cair. Hasil percobaan contoh dinyatakan dalam cacahan per menit (cpm). Nilai ini diubah menjadi disintegrasi per menit (dpm) yaitu dengan

membagi nilai cpm dengan persentase efisiensi alat yang dalam hal ini adalah 40%. Nilai dpm yang diperoleh dikalkulasi kembali kepada tanggal pemberian <sup>32</sup>P seperti yang dicontohkan L'Annun Ziata (Siahaan *et al.*, 1997).

Pada akhirnya kandungan <sup>32</sup>P dinyatakan dalam  $\mu\text{Ci.g}^{-1}$ . Daun ke-9 dan ke-17 dipilih untuk dianalisis % P-Total dan kandungan <sup>32</sup>P, berdasarkan fakta bahwa di Pusat Penelitian Kelapa Sawit kedua daun ini digunakan dalam analisis kebutuhan pupuk kelapa sawit.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang disajikan Tabel 2 memperlihatkan perbedaan yang cukup besar antar contoh tanaman. Urutan persentase P-Total dari yang tertinggi sampai terendah adalah % P-Total helai daun > batang > pelepah daun. Tinggi rendahnya kandungan P-Total berbagai contoh tanaman (mg P.g<sup>-1</sup> contoh tanaman) akan mengikuti tinggi rendahnya % P-Total. Data pada Tabel 2 inilah yang akan digunakan untuk menentukan efisiensi P-SP36.

Data pada Tabel 3 akan digunakan untuk menghitung data pada Tabel 4. Pada Tabel 3 terlihat bahwa untuk kandungan <sup>32</sup>P yang dinyatakan

Tabel 3. Disintegrasi per menit (dpm), kandungan  $^{32}\text{P}$  ( $\mu\text{Ci}$ ), dan persentase P-berasal dari  $^{32}\text{P}$  untuk tanaman kelapa sawit.

Perlakuan	Dpm.g <sup>-1</sup>						$\mu\text{Ci}/2\text{g}$ ( $10^{-3}$ )						% $^{32}\text{P}$ -TSP ( $10^{-2}$ )											
	D-9		D-17		P-17		B		D-9		D-17		P-9		B		D-9		D-17		P-17		B	
Jarak (m)																								
Takaran SP-36 (kg.pohon <sup>-1</sup> )																								
1,5	67778	56161	85253	71111	30,5	44,1	25,3	38,4	32,0	20,8	134,8	16,7	115,5	48,9										
1,5	51313	40000	68586	49899	23,1	32,2	36,0	36,0	22,5	15,8	50,5	4,4	63,3	22,9										
1,5	46263	38283	63333	63737	20,8	35,3	29,1	30,9	28,7	13,1	86,9	10,3	74,0	32,4										
1,5	47778	34848	53029	59899	21,5	35,4	19,1	28,5	27,0	14,7	59,4	8,3	65,6	30,7										
2,5	56666	49091	79999	76071	25,5	39,3	22,1	27,5	34,3	19,9	125,8	31,2	160,6	53,0										
2,5	49091	39192	68788	63434	22,1	26,2	17,7	31,0	28,6	8,6	96,3	11,0	76,2	34,9										
2,5	45455	39697	57273	58687	20,4	33,3	17,9	25,8	26,4	5,8	61,7	6,40	33,7	23,6										
2,5	45556	37777	62121	64748	20,5	25,0	17,0	28,0	29,2	7,2	69,7	11,0	64,5	32,2										

Tabel 4. Fraksionasi persentase P dalam  $^{32}\text{P}$ , P-tanah, dan P-SP36 pada contoh tanaman kelapa sawit berikut analisis variansnya.

Perlakuan		Fraksionasi %			
Jarak (m)	Takaran SP-36 (kg pohon <sup>-1</sup> )	$^{32}\text{P}$	P-tanah	P-SP36	
1,5	0,75	1,17	69,78	29,05	
1,5	1,50	1,22	72,07	26,71	
1,5	2,25	1,09	67,48	71,42	
2,5	0,75	1,21	80,42	18,37	
2,5	1,50	1,19	76,67	22,14	
2,5	2,25	1,12	76,28	22,57	
1,5		1,16	69,78	29,06	
2,5		1,18	77,79	21,03	
	0,75	1,19	75,10	23,71	
	1,50	1,21	74,37	24,42	
	2,25	1,12	71,88	27,00	

Sumber Ragam	$^{32}\text{P}$	P-tanah	P-SP36
Perlakuan	5,127 *	2,038 <sup>mn</sup>	2,008 <sup>ln</sup>
Blok	151,37 **	3,692 *	4,064 *
Jarak (J)	0,295 <sup>mn</sup>	8,371 *	8,195 *
Takaran	3,947 *	0,987 <sup>ln</sup>	0,506 <sup>ln</sup>
Interaksi	0,885 <sup>ln</sup>	0,416 <sup>ln</sup>	0,146 <sup>ln</sup>
CV	7,04%	7,97%	27,78%

dalam dpm maupun  $\mu\text{Ci}/2\text{g}$  contoh tanaman kelapa sawit yang tidak diberi SP36 (kontrol) untuk jarak 1,5 m maupun 2,5 m adalah lebih tinggi daripada kandungan  $^{32}\text{P}$  contoh tanaman yang diberi SP36. Keadaan ini diasumsikan karena terjadi pengenceran  $^{32}\text{P}$  oleh P tanah dan P SP-36. Pada tanaman kontrol,  $^{32}\text{P}$  diencerkan hanya oleh P-tanah dan P SP-36. Ini yang menyebabkan tanaman kontrol (tanpa SP36) mempunyai kandungan  $^{32}\text{P}$  yang lebih tinggi dari pada tanaman perlakuan (diberi Sp-36) untuk berbagai contoh tanaman.

Menggunakan nilai kandungan  $^{32}\text{P}$  maka persentase P-berasal dari TSP bertanda  $^{32}\text{P}$  (persentase P- $^{32}\text{P}$ - TSP) dapat ditentukan mengikuti petunjuk Zapata (Zapata, 1990). Contoh tanaman akan memperlihatkan nilai persentase  $^{32}\text{P}$ -TSP sejalan dengan kandungan  $^{32}\text{P}$  contoh tanaman, yaitu kandungan  $^{32}\text{P}$  yang tinggi atau rendah akan memberikan nilai persentase  $^{32}\text{P}$ -TSP yang tinggi

atau rendah pula pada contoh tanaman. Dengan diperolehnya data persentase  $^{32}\text{P}$ -TSP maka fraksionasi P pada setiap contoh tanaman dapat dihitung menggunakan nilai A seperti yang telah dituliskan dalam tulisan lainnya (Sisworo *et al.*, 1998).

Data fraksionasi P dalam contoh tanaman disajikan pada Tabel 4. dari Tabel 4 terlihat bahwa persentase  $^{32}\text{P}$ -TSP cukup rendah yaitu sekitar 1%. Keadaan ini memang diharapkan karena  $^{32}\text{P}$ -TSP diaplikasi bukan sebagai sumber -P bagi kelapa sawit tetapi sebagai pelacak/tracer untuk dapat menghitung P yang berasal dari tanah dan SP-36. Data Tabel 4 ini menunjukkan bahwa persentase SP-36 akan lebih banyak digunakan oleh kelapa sawit bila diletakkan pada jarak 1,5 m dibanding dengan bila diletakkan pada jarak 2,5 m dari batang (29,06% vs 21,03%). Hal ini sejalan dengan hasil percobaan sebelumnya (Siahaan *et al.*, 1997). Dari

Tabel 5. Fraksionasi persentase P,  $^{32}\text{P}$ , P-tanah, P-SP36 dan persentase efisiensi SP36 contoh tanaman sawit.

Jarak (m)	Perlakuan Takaran SP-36 (kg pohon <sup>-1</sup> )	Fraksionisasi (mg P/10g)			Efisiensi (%)
		$^{32}\text{P}$	P-tanah	P-SP36	
1,5	0,75	0,110	6,603	2,787	12,00
1,5	1,50	0,116	6,875	2,548	5,49
1,5	2,25	0,103	6,441	2,989	4,29
2,5	0,75	0,114	7,669	1,777	7,65
2,5	1,50	0,119	7,645	2,189	4,71
2,5	2,25	0,113	7,535	2,239	3,22
1,5		0,110	6,640	2,775	7,26
2,5		0,115	7,615	2,068	5,19
	0,75	0,112	7,136	2,282	9,83
	1,50	0,118	7,260	2,369	5,10
	2,25	0,108	6,988	2,614	3,75

  

Sumber Ragam	$^{32}\text{P}$	P-tanah	P-SP36	Efisiensi P-SP36 (%)
Perlakuan	6,59 **	1,53 <sup>m</sup>	18,65 **	8,88 **
Jarak (J)	10,67 **	7,14 *	7,17 *	5,57 *
Takaran	9,74 *	0,19 <sup>m</sup>	0,57 <sup>m</sup>	17,69 **
Interaksi	1,41 <sup>m</sup>	0,08 <sup>m</sup>	0,51 <sup>m</sup>	1,71 <sup>m</sup>
Blok	268,78 **	0,53 <sup>m</sup>	6,06 *	5,02 *
CV	1,09%	10,88%	23,12%	29,83%

percobaan tersebut telah diperoleh data bahwa perakaran aktif terbanyak berada di kedalaman 5 cm pada jarak 1,5 m dari batang. Data yang diperoleh dari percobaan yang dilaporkan dalam tulisan ini memperlihatkan bahwa jarak penempatan pupuk dari batang sebaiknya diperhatikan bila diinginkan penyerapan P SP-36 yang lebih banyak oleh kelapa sawit.

Takaran SP-36 menunjukkan bahwa takaran yang semakin meningkat akan meningkatkan pula persentase P SP-36. Ini secara umum dapat diterima yaitu dengan semakin banyaknya SP-36 tentu P SP-36 yang dapat diserap kelapa sawit akan semakin banyak pula. Pada umumnya untuk data interaksi antara jarak dengan takaran, maka interaksi jarak 1,5 m dengan semua takaran akan memperlihatkan persentase P SP-36 yang lebih tinggi daripada interaksi antar jarak 2,5 m dengan takaran (Tabel 4). Namun demikian kelapa sawit akan

menyerap P SP-36 terbanyak bila SP-36 diletakkan pada jarak 1,5 m dari batang dengan takaran 2,25 kg SP-36 per pohon.

Terlihat perbedaan yang cukup besar antara blok dalam hal serapan P SP-36 oleh kelapa sawit. Urutannya adalah persentase P SP-36 blok I > II > III (Tabel 4). Lahan percobaan yang digunakan untuk percobaan ini agak landai, blok II berada di titik paling rendah dari lahan tersebut. Selain itu lahan percobaan ini sudah mengalami pemupukan P selama bertahun-tahun. Ada kemungkinan P telah terakumulasi pada titik terendah dari lahan tersebut. Dengan demikian P SP-36 yang diaplikasi pada saat percobaan ini akan lebih sedikit dibandingkan dengan P dari pemupukan sebelumnya yang sudah terakumulasi di tanah yang dalam percobaan dinyatakan dalam persentase P tanah.

Untuk P tanah yang paling penting untuk

dikemukakan adalah apabila kelapa sawit menyerap P SP-36 lebih banyak maka P tanah akan diserap lebih sedikit dan sebaliknya. Semua data ini diperlihatkan pada Tabel 4. Data pada Tabel 4 mengenai P tanah ini yang dapat menjelaskan perbedaan antar blok dalam hal persentase P SP-36. Di sini jelas terlihat bahwa kelapa sawit yang berada di blok III menyerap P tanah tertinggi dibandingkan blok lainnya.

Pada Tabel 5 diperlihatkan data mengenai fraksionisasi serapan P yang dinyatakan dalam mg P per 10 g contoh tanaman. Data pada Tabel 5 ini mengikuti kecenderungan yang sama dengan data pada Tabel 4 dengan segala keterangannya yang terkait. Artinya nilai persentase P SP-36 yang tinggi akan memperlihatkan jumlah mg P per 10 g contoh tanaman yang tinggi pula dan sebaliknya.

Persentase efisiensi P memperlihatkan hal yang lain (Tabel 5). Pada umumnya untuk takaran dan interaksi antara takaran dengan jarak persentase efisiensi P tertinggi diperlihatkan oleh takaran yang terendah (0,75 kg SP-36 per pohon). Selanjutnya untuk jarak, maka persentase efisiensi SP-36 pada jarak 1,5 m adalah lebih tinggi daripada jarak 2,5 m. Ini berarti bila efisiensi P SP-36 ingin ditingkatkan maka interaksi jarak dengan takaran menjadi penting. Ini dapat menjadi dasar bagi penentuan takaran dan tempat meletakkan SP-36 untuk memperoleh efisiensi yang cukup tinggi diikuti tentunya memperoleh hasil yang optimal. Khusus untuk blok terlihat bahwa persentase efisiensi P ditentukan oleh tinggi rendahnya P SP-36 yang diserap kelapa sawit.

Dengan mengacu pada data yang diperoleh dari percobaan ini terlihat bahwa penggunaan contoh tanaman dalam jumlah yang kecil dapat digunakan untuk menentukan persentase efisiensi P menggunakan  $^{32}\text{P}$ . Selanjutnya data yang diperoleh menunjukkan bahwa persentase efisiensi P cukup rendah. Keadaan ini diduga disebabkan lahan percobaan telah menerima pemupukan N, P, K, selama bertahun-tahun. Ada kemungkinan P pupuk dari pemupukan sebelumnya telah terakumulasi di tanah sehingga menyebabkan penyerapan P tanah yang jauh lebih tinggi daripada P SP-36. Penyerapan P SP-36 yang rendah oleh kelapa sawit akan memperlihatkan persentase efisiensi P yang rendah pula.

## KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh dari percobaan ini dapat diperlihatkan bahwa persentase efisiensi P SP-36 dapat dihitung dari contoh tanaman dalam jumlah yang kecil dengan menggunakan  $^{32}\text{P}$ .

Selain itu terlihat bahwa persentase efisiensi P SP-36 pada kelapa sawit cukup rendah yang diduga disebabkan oleh terakumulasinya P ke dalam tanah yang berasal dari pemupukan selama bertahun-tahun, sehingga P dalam tanah yang tersedia bagi tanaman menjadi tinggi.

Dengan menggunakan  $^{32}\text{P}$  maka dapat dilakukan fraksionisasi P pada setiap contoh tanaman, dan data ini yang akan digunakan untuk menentukan persentase efisiensi P SP-36 pada kelapa sawit.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih para penulis disampaikan kepada Direktur Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan beserta jajarannya dan para litkayasa Kelompok Tanah dan Hara Tanaman, Bidang Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi yang telah membantu terselenggaranya percobaan ini sehingga dapat dituangkan dalam sebuah makalah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Darmawijaya, M., E.L. Sisworo, H. Rasjid dan W.H. Sisworo, 1993. Pengaruh Kompos Organik terhadap pertumbuhan Akar Aktif Perdu Teh Klon TRI 2025 pada Jenis Tanah Latosol. *Risalah Pertemuan Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Batan. Jakarta 9 - 10 Desember 1992. pp. 205 - 218.
- Emingpraja, L., M.M. Siahaan, Z. Poeloengan, dan E.L. Sisworo. 1996. Kemungkinan Penggunaan Urea Bertanda  $^{13}\text{N}$  bagi Penentuan Efisiensi Pupuk N pada Tanaman Kelapa Sawit. Dalam: Munsiah Maha *et al.* (eds). *Risalah Pertemuan Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Jakarta 9 - 10 Januari

1996. Badan Tenaga Atom Nasional, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi. pp. 153 – 159.
- Sisworo, E. L., H. Rasjid, W.H. Sisworo, J. Santoso, Sukasmono, S. Wibowo. 1989. Choosing plant parts to be used in root pattern determination of *Chinchona ledgeriana*, Moens, *Indon. J. Trop. Agric.* Vol I (1): 17 - 19.
- Sisworo, E. L., W. H. Sisworo, and H. Rasjid. 1984. The use of nuclear techniques for determination of root distribution in the field. *Atom Indonesia*. Vol IX No. 1 : 12 – 22 .
- Santoso, J., Sukasmono, E. L. Sisworo, H. Rasjid, dan S. Wibowo. 1991. Pola Pertumbuhan Akar Tanaman Kina Setelah Stumping, *Risalah Pertemuan Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi, Batan, Jakarta 30 - 31 Oktober 1990*. pp. 247 – 255.
- Siahaan, M.M., K. Martoyo, Z. Poeloengan, E.L. Sisworo, dan H. Rasjid. 1997. Penentuan Pola Perakaran Kelapa sawit dengan Metode Suntikan <sup>32</sup>P. Dalam : Munsiah Maha *et al.*(eds). *Risalah Pertemuan Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi. Jakarta 18 - 19 Februari 1997*. Badan Tenaga Atom Nasional Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi. pp.117– 120.
- Siahaan, M.M., Suwandi, A. Panjaitan. 1991. Pemupukan Tanaman Kelapa Sawit. *Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit. Pekan Baru 19 - 20 Februari 1991*. Pusat Penelitian Perkebunan (RISPA) Medan.
- Sisworo, W.H., E.L. Sisworo, Haryanto, dan H. Rasjid, . 1998. The use of a radioactive tracer (<sup>32</sup>P) to assess the agronomic effectiveness of phosphate rock. *Jurnal Lingkungan (Environmental Journal)* Vol. 1 No. 4: 47 – 57
- Zapata, F. 1990. Isotope techniques in soil fertility and plant nutrition. In: *Use Of Nuclear Techniques In: IAEA. Studies of Soil Plant Relationships*. IAEA - TCS - 2 (IAEA), Vienna. pp. 61 – 128 .